

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10230308 A**

(43) Date of publication of application: **02.09.98**

(51) Int. Cl.

**B21B 31/07**  
**B21B 13/14**  
**B21B 29/00**  
**F16C 32/06**

(21) Application number: **09038909**

(22) Date of filing: **24.02.97**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **YASUDA KENICHI**  
**HIRAMA YUKIO**  
**TAKAKURA YOSHIO**

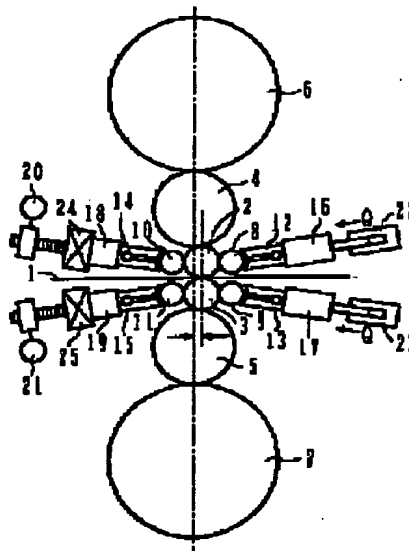
**(54) ROLLING MILL AND ROLLING METHOD**

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent the contact of rolls with static pressure bearings by excessive horizontal force and to always roll the flawless product of a metal plate excellent in surface quality at the time of executing rolling with a rolling mill whose work rolls are supported with static pressure bearings in the horizontal direction.

**SOLUTION:** The work rolls 2, 3 are supported with the static pressure bearings 12, 13, 14, 15 through idle rolls 8, 9, 10, 11. And, the work rolls 2, 3 whose offset amount is changed with moving devices 20, 21 through the static pressure bearings 14, 15. By pressing the work rolls with a certain force through the static pressure bearing, the force from the moving device 20, 21 are caught with pressing cylinders 22, 23.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-230308

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

B 2 1 B 31/07

13/14

29/00

F 1 6 C 32/06

F I

B 2 1 B 31/07

13/14

29/00

F 1 6 C 32/06

E

D

C

C

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-38909

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月24日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 安田 健一

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72) 発明者 平間 幸夫

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72) 発明者 高倉 芳生

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会

社日立製作所日立工場内

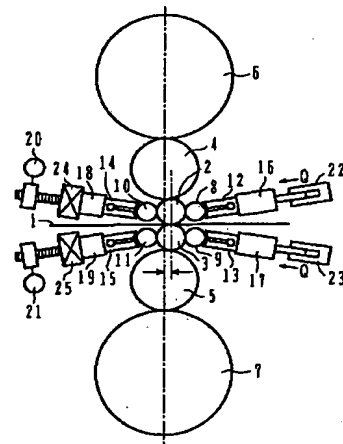
(74) 代理人 弁理士 春日 譲

(54) 【発明の名称】 圧延機および圧延方法

(57) 【要約】

【課題】 静圧軸受によって作業ロールを水平方向に支持した圧延機で圧延を行なうに際し、過大な水平力によってもロールと静圧軸受との接触を防止することができ、常に傷のない表面品質の優れた板材製品を圧延できるようにする。

【解決手段】 作業ロール2, 3は、アイドルロール8, 9, 10, 11を介し、静圧軸受12, 13, 14, 15により支持されている。また、作業ロール2, 3は、移動装置20, 21により静圧軸受14, 15を介してそのオフセット量を変更される。さらに、押し付けシリンダ22, 23は、静圧軸受12, 13を介してある一定の力を押し付け、移動装置20, 21からの力を受けとめるようになっている。



1: 圧延材  
2, 3: 作業ロール  
4, 5: 中間ロール  
6, 7: 補強ロール  
8~11: アイドルロール  
12~15: 静圧軸受  
16~19: ビーム  
20, 21: 移動装置  
22, 23: 押し付けシリンダ  
24, 25: ロードセル

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】板材を圧延する少なくとも一対の作業ロールとその作業ロールを駆動する少なくとも一対の補強ロールとを備え、かつ前記板材の最大板幅以上の範囲で前記作業ロールの側面を流体圧力により水平方向に支持する静圧軸受を、前記作業ロールの入側および出側の双方に備えた圧延機において、前記静圧軸受に、前記作業ロールを入側および出側の方向に水平移動させる移動手段を取り付けたことを特徴とする圧延機。

【請求項2】請求項1記載の圧延機において、前記静圧軸受に対して水平方向に加わる力を測定する水平力測定手段を、入側および出側のうち少なくとも一方の側の静圧軸受に設けたことを特徴とする圧延機。

【請求項3】請求項1または2記載の圧延機において、入側および出側のうちいずれか一方の前記静圧軸受に前記移動手段を備え、かつ前記移動手段による力に抗する押し付け力を発生させる押し付け力発生手段を他方の前記静圧軸受に備えたことを特徴とする圧延機。

【請求項4】請求項1から3のうちいずれか1項記載の圧延機において、前記静圧軸受で支持されるロールの前記静圧軸受に対する浮上量を測定する浮上量測定手段を設けたことを特徴とする圧延機。

【請求項5】請求項1から4のうちいずれか1項記載の圧延機において、前記水平力測定手段によって測定された水平力に応じて前記静圧軸受に供給する流体圧力を制御する供給圧力制御手段を備えたことを特徴とする圧延方法。

【請求項6】請求項2記載の圧延機において、前記水平力測定手段によって測定された水平力が所定の値以下になるような位置に前記静圧軸受を移動させる静圧軸受制御手段を備えたことを特徴とする圧延機。

【請求項7】請求項2記載の圧延機において、前記水平力測定手段によって測定された水平力が所定の値以下になるような位置に前記作業ロールを移動させるよう、前記作業ロール移動用の移動手段を制御する移動手段制御手段を備えたことを特徴とする圧延方法。

【請求項8】請求項1から7のうちいずれか1項記載の圧延機において、前記作業ロールと前記静圧軸受との間にアイドルロールを設けたことを特徴とする圧延機。

【請求項9】請求項1記載の圧延機において、前記静圧軸受に流体を供給する供給孔を板幅方向に複数個設け、かつ前記供給孔の径を板幅方向で変化させたことを特徴とする圧延機。

【請求項10】請求項3記載の圧延機を用いた圧延方法において、前記水平力測定手段によって静圧軸受に水平方向に加わる水平力を測定し、測定された前記水平力に応じて前記押し付け力発生手段で発生させる力を制御することを特徴とする圧延方法。

【請求項11】請求項4記載の圧延機を用いた圧延方法において、前記浮上量測定手段によって前記静圧軸受に

対する前記ロールの浮上量を測定し、測定された前記浮上量に応じて前記作業ロールの入出側方向の位置を制御することを特徴とする圧延方法。

【請求項12】請求項4記載の圧延機を用いた圧延方法において、前記浮上量測定手段によって前記静圧軸受に対する前記ロールの浮上量を測定し、測定された前記浮上量に応じて前記押し付け力発生手段で発生させる力を制御することを特徴とする圧延方法。

【請求項13】請求項4記載の圧延機を用いた圧延方法において、前記浮上量測定手段によって前記静圧軸受に対する前記ロールの浮上量を測定し、測定された前記浮上量に応じて前記静圧軸受に供給する流体圧力を制御することを特徴とする圧延方法。

【請求項14】請求項3記載の圧延機を用いた圧延方法において、前記水平力測定手段によって静圧軸受に水平方向に加わる水平力を操作側および駆動側の双方で測定し、操作側および駆動側の水平力差に応じて、前記静圧軸受に供給する流体圧力の操作側と駆動側の差を制御することを特徴とする圧延方法。

【請求項15】請求項3記載の圧延機を用いた圧延方法において、前記水平力測定手段によって静圧軸受に水平方向に加わる水平力を操作側および駆動側の双方で測定し、操作側および駆動側の水平力差に応じて、前記押し付け力発生手段で発生させる力の操作側と駆動側の差を制御することを特徴とする圧延方法。

【請求項16】請求項4記載の圧延機を用いた圧延方法において、前記浮上量測定手段によって前記静圧軸受に対する前記ロールの浮上量を板幅方向の少なくとも2点で測定し、測定された前記浮上量の操作側および駆動側の差に応じて、前記静圧軸受に供給する流体圧力の操作側と駆動側の差を制御することを特徴とする圧延方法。

【請求項17】請求項4記載の圧延機を用いた圧延方法において、前記浮上量測定手段によって前記静圧軸受に対する前記ロールの浮上量を板幅方向の少なくとも2点で測定し、測定された前記浮上量の操作側および駆動側の差に応じて、前記押し付け力発生手段で発生させる力の操作側と駆動側の差を制御することを特徴とする圧延方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、板材を圧延する圧延機および圧延方法に係わり、特に、小径作業ロールの使用した硬質材や極薄材の圧延に好適な圧延機および圧延方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、ステンレス鋼などの硬質材や極薄材の圧延には、小径の作業ロールが用いられていた。作業ロール径が小さくなると当然ロールの曲げ剛性が小さくなり、特に水平面内でのたわみが問題となってくる。この水平たわみは板材の形状（平坦度）が乱れを

大きくするが、この水平たわみが大きくなると、従来から用いられている作業ロールベンダーなどの形状修正装置の修正能力範囲を超えてしまうこともある。また、ロールが上下で逆方向にたわむと、上下の作業ロールの中央部がお互いに離反する方向の力を受け、この力は加速度的に上下の逆方向のたわみを助長する。この場合、圧延荷重を大きくすると、ロールが折損する恐れもあり、そのような不具合を避けるためには大きな荷重はかけられない。

【0003】上記のことを考慮して、センジマーミルを初めとするクライスターミルタイプの圧延機や、特開昭60-18206号公報に開示されているような、作業ロール胴部を水平方向から支持ロールでサポートする水平たわみ防止機構を備えた圧延機などが開発されてきた。しかし、これらの圧延機においては、ロール胴長方向に分割された支持ロールを用いているため、その分割された支持ロールによるマーク転写により材料表面性状が悪化する。

【0004】これに対しては、材料表面性状の悪化防止を図り、かつ小径の作業ロールが使用できる圧延機として、特開平5-50109号公報に記載された圧延機がある。この圧延機は、水平方向サポートロールを板材の最大板幅の通過する領域の外側に設置し、ロールの水平たわみを検出してその水平たわみが0となるようロールの水平曲げ力を制御し、それとともに水平たわみの原因となる水平力が0となるような位置に作業ロールを移動させるものである。板材が通過する領域には板材の水平支持装置がないため、それに起因する表面性状悪化を防ぐことができる。

【0005】しかしながら、上記特開平5-50109号公報に記載された圧延機では作業ロールの小径化に限界があった。すなわち、作業ロール径をある程度以下にすると曲げ剛性が極端に小さくなり、水平たわみ制御の応答性にも限界があるため水平たわみを0にできなくなる。実際にこの方式の圧延機では最大板幅の10%程度のロール径が作業ロール小径化の限界とされており、それ以下にすることは困難であった。

【0006】前述のような材料表面性状の悪化を防止し、かつ更なる作業ロールの小径化を図るために好適な圧延機として、静圧軸受を用いた作業ロールの水平方向支持機構を備える圧延機が、特公平8-13366号公報に開示されている。この圧延機の概略構成は、例えば図17に示すようである。即ち、板材101を圧延する作業ロール102、103が中間ロール104、105および補強ロール106、107により垂直方向に支持されており、さらに作業ロール102、103の水平方向は、それぞれアイドルロール108、109、110、111を介して静圧軸受112、113、114、115により支持されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図17に一例を示すような、静圧軸受112、113、114、115により作業ロール102、103の水平方向支持を行う圧延機には、次に述べるようにさらに改善すべき点があった。

【0008】図17に示す圧延機では、作業ロール102、103は圧延機を中心に設置されていた。一方、作業ロール径を小さくする場合、その駆動軸の強度を確保するために作業ロールは直接駆動とはできず、補強ロールまたは中間ロールによる間接駆動にならざるを得ない。このため、作業ロールに補強ロールや中間ロールからの圧延トルクを与える際に水平方向の接線力が発生する。トルクが大きい圧延条件ではこの駆動接線力（水平力）も大きくなり、その力を支える静圧軸受にも過大な負荷を与えることになる。従って、静圧軸受に供給される流体圧力が十分でないと上記水平力を支えきれず、ロールと静圧軸受の軸受パッドとが接触してしまい、双方に傷が発生する。作業ロールに発生した傷は当然板材にも転写され、板材の品質を著しく低下させることになる。他方、上記軸受パッドについた傷をそのままにしておくと、作業ロールを新しいロールに交換した際にも傷が発生させてしまうため、軸受パッド自体を交換する必要がある。この交換作業には多大な時間を要し、生産性の低下を招くだけでなく、軸受パッドには高い製作精度が必要とされているため、その補修には多くの費用がかかる。このように、過大な水平力による作業ロールと静圧軸受の軸受パッドとの接触は多大な被害をもたらす。

【0009】さらに、上記のような不具合を防止するためには、静圧軸受に供給する油圧に余裕を持たせるなどの対策が必要で、そのために大規模な油圧供給装置、すなわちポンプやタンクなどを備えざるを得ず、設備費や動力費の増大を招くことにもなっていた。

【0010】本発明の目的は、静圧軸受によって作業ロールを水平方向に支持した圧延機で圧延を行なうに際し、過大な水平力によってもロールと静圧軸受との接触を防止することができ、常に傷のない表面品質の優れた板材製品を圧延することが可能な圧延機および圧延方法を提供することである。

【0011】

【発明を解決するための手段】上記のような目的を達成するため、本発明によれば、板材を圧延する少なくとも一対の作業ロールとその作業ロールを駆動する少なくとも一対の補強ロールとを備え、かつ前記板材の最大板幅以上の範囲で上記作業ロールの側面を流体圧力により水平方向に支持する静圧軸受を、作業ロールの入側および出側の双方に備えた圧延機において、前記静圧軸受に、作業ロールを入側および出側の方向に水平移動させる移動手段を取り付けたことを特徴とする圧延機が提供される。

【0012】上記のように本発明においては、静圧軸受に移動手段を取り付け、作業ロールを入側および出側の

方向に水平移動させるようにし、作業ロールのオフセット量を変化させる。これにより、圧延荷重の分力と駆動接線力、および板材にかかる前後の張力をつり合わせ、作業ロールにかかる水平力の合計を常に許容値（すなわち静圧軸受の軸受パッドが接触する限界の値）以下にすることができる。従って、過大な水平力によって静圧軸受の軸受パッドにロールが接触することを防止することが可能となる。

【0013】本発明において好ましくは、静圧軸受に対して水平方向に加わる力を測定する水平力測定手段を、入側および出側のうち少なくとも一方の側の静圧軸受に設ける。

【0014】また好ましくは、移動手段は入側および出側のうちいずれか一方の静圧軸受に備えるようにし、かつその移動手段による力に抗する押し付け力を発生させる押し付け力発生手段を他方の静圧軸受に備えるようにする。

【0015】さらに好ましくは、静圧軸受で支持されるロールの静圧軸受に対する浮上量を測定する浮上量測定手段を設ける。

【0016】また、上記水平力測定手段によって測定された水平力に応じて静圧軸受に供給する流体圧力を制御する供給圧力制御手段を備えることが好ましい。

【0017】また、上記水平力測定手段によって測定された水平力が所定の値以下になるような位置に静圧軸受を移動させる静圧軸受制御手段を備えることが好ましい。

【0018】また、上記水平力測定手段によって測定された水平力が所定の値以下になるような位置に作業ロールを移動させるよう、その作業ロール移動用の移動手段を制御する移動手段制御手段を備えることが好ましい。

【0019】また本発明によれば、上記水平力測定手段によって静圧軸受に水平方向に加わる水平力を測定し、測定された水平力に応じて前記押し付け力発生手段で発生させる力を制御することを特徴とする圧延方法が提供される。

【0020】さらに、浮上量測定手段によって静圧軸受に対するロールの浮上量を測定し、測定された浮上量に応じて作業ロールの入出側方向の位置、或いは押し付け力発生手段で発生させる力、或いは静圧軸受に供給する流体圧力を制御することを特徴とする圧延方法が提供される。

【0021】上記構成においては、水平力測定手段で静圧軸受に加わる水平力を測定し、例えば測定値が許容値に近くなると、押し付け力発生手段による押し付け力を小さくすればよい。また、水平力測定手段で静圧軸受に加わる水平力を測定し、例えばその値が静圧軸受に対する許容値に近くなると静圧軸受に供給する流体圧力を増大させ、許容値自体を大きくすればよい。

【0022】さらに水平力を測定する代わりに、静圧軸受に対するロールの浮上量、すなわちロールと軸受パッドとの間の距離を浮上量測定手段で測定し、例えばその浮上量がある値以下になった時点で、作業ロールの入出側方向の位置（オフセット量）を変更したり、押し付け力発生手段で発生させる力を低減したり、或いは静圧軸受に供給する流体圧力を増大させればよい。

【0023】以上のような圧延機において好ましくは、作業ロールと静圧軸受との間にアイドルロールを設けることとする。これにより、作業ロールの径がオンライン研削で変わることなどがあっても、静圧軸受によるロールの浮上量や押し付け力の精度を高く維持でき、しかも作業ロールの取り替えが容易になる。

【0024】また、静圧軸受に流体を供給する供給孔を板幅方向に複数個設け、かつ上記供給孔の径を板幅方向で変化させることが好ましい。これにより、ロールの熱膨張によって中央部が膨らんだ時に、板幅方向両端部における浮上量を大きくすることができ、ロールを一様かつ安定に支持することができる。

【0025】また本発明によれば、上記のような圧延機を用いた圧延方法において、水平力測定手段によって静圧軸受に水平方向に加わる水平力を操作側および駆動側の双方で測定し、操作側および駆動側の水平力差に応じて、静圧軸受に供給する流体圧力の操作側と駆動側の差、或いは押し付け力発生手段で発生させる力の操作側と駆動側の差を制御することを特徴とする圧延方法が提供される。

【0026】さらに本発明によれば、上記のような圧延機を用いた圧延方法において、浮上量測定手段によって前記静圧軸受に対する前記ロールの浮上量を板幅方向の少なくとも2点で測定し、測定された前記浮上量の操作側および駆動側の差に応じて、静圧軸受に供給する流体圧力の操作側と駆動側の差、或いは押し付け力発生手段で発生させる力の操作側と駆動側の差を制御することを特徴とする圧延方法が提供される。

【0027】上記のように静圧軸受に供給する流体圧力の操作側と駆動側の差、或いは押し付け力発生手段で発生させる力の操作側と駆動側の差を制御することにより、板幅方向のある箇所には過大な力がかかった時には、その水平力の大きい箇所の流体圧力を大きくしたり、或いは水平力の大きい箇所の押し付け力発生手段による押し付け力を減少させて静圧軸受に加わるトータルの水平力を小さくすることが可能となる。従って、ロールと静圧軸受の接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施形態について、図1から図6を参照しながら説明する。本実施形態の圧延機においては、図1に示すように、板材1を圧延する作業ロール2、3が中間ロール4、5および補強ロール6、7により垂直方向に支持されており、また中間

ロール4、5には図示しないモータに連結され、その中間ロール4、5により作業ロール2、3が駆動されるようになっている。一方、作業ロール2、3の水平方向は、アイドルロール8、9、10、11を介し、静圧軸受12、13、14、15により支持されている。これら静圧軸受12～15は十分な剛性を有するビーム16、17、18、19に取り付けられており、出入側いずれか一方のビーム（本実施形態ではビーム18、19）には出入側方向への移動装置20、21（移動手段）が備えられている。移動装置20、21はネジを駆動することによりビーム18、19を水平方向に移動させる構造となっており、これにより作業ロール2、3の中間ロール4、5の軸に対する出入側方向位置、いわゆるオフセット量 $y$ （図2参照）を変化させることができる。なお、アイドルロール8、9、10、11を設けたことにより、作業ロール2、3の径がオンライン研削で変わることなどがあっても、静圧軸受12～15によるロールの浮上量や押し付け力の精度を高く維持でき、しかも作業ロール2、3の取り替えが容易になる。

【0029】移動装置20、21を接続していない側のビーム16、17には、押し付けシリンダ22、23（押し付け力発生手段）が取り付けられており、ある一定の力で作業ロール2、3を水平方向に押し付けるようになっている。作業ロール2、3に加わる水平方向の力\*

$$y = (T/R1 + (Tb - Tf) / 2) \cdot (R1 + RW) / P \dots (4)$$

上記式（4）のうち圧延荷重 $P$ 、トルク $T$ 、張力 $Tb$ 、 $Tf$ は圧延条件が定まれば計算が可能であり、ロール径 $R1$ 、 $RW$ も当然判っているため、圧延開始前に式（4）によって最適なオフセット量 $y$ を予め求めることができる。

【0033】従って、上記 $y$ だけオフセットさせた位置に作業ロール2、3をセットした後に圧延を行えば、圧延による過大な水平力が作業ロール2、3に発生することを防止することができ、静圧軸受12～15に過大な荷重が加わるのを防ぐことができる。なお、圧延によって発生する式（1）の水平力 $S$ 以外に、静圧軸受12、13には押し付けシリンダ22、23による押し付け力 $Q$ が加わっているが、これは作業ロール2、3がふらつかないう安定させるもので、静圧軸受12、13に害を与えないような小さな力である。

【0034】図3に静圧軸受12を上方より見た図を示す。油圧源（図示せず）から供給された浮上用油は主給油孔26から細径給油孔27～32を通り、油溜まりボケット33、34、35へと流れ、ロール（アイドルロール）8を浮上させる。ロール8の浮上量はギャップ測定器36、37、38により測定され、それぞれアンプ39、40、41にて電気信号に変換される。ギャップ測定器36、37、38は、それぞれ図示のように駆動側、中央部、操作側の浮上量の検出に用いられる。

【0035】図4に給油孔27の周辺部分、図5にギャ

\*は、ロードセル24、25（水平力測定手段）により測定される。そして、作業ロール2、3のオフセット量 $y$ を圧延荷重、圧延トルク、前後張力などによって定まる適当な値に設定することにより、作業ロール2、3にかかる水平方向の力（の合計）を0（または0に近い許容値以下）にすることができる。

【0030】このように作業ロール2、3にかかる水平力を0（またはそれに近い許容値以下）にするためのオフセット量 $y$ の導出方法を、図2を用いて説明する。作業ロール2（または3）に加わる水平方向の力 $S$ は次式となる。

$$S = FT - FP + (Tb - Tf) / 2 \dots (1)$$

ここに、 $Tb$ は板材1にかかる入側の張力、 $Tf$ は出側張力である。また、 $FT$ は中間ロール4（または5）のトルク $T$ による駆動接線力、 $FP$ は圧延荷重 $P$ の水平分力であって、それぞれ次のように表される。

$$FT = T / R1 \dots (2)$$

$$FP = P \cdot y / (R1 + RW) \dots (3)$$

ここに、 $R1$ は中間ロール4（または5）の半径、 $RW$ は作業ロール2（または3）の半径である。

【0031】そこで、上記式（1）において水平力 $S$ を0とおくと、その時のオフセット量 $y$ は次式となる。

$$【0032】$$

ップ測定機36の周辺部分の縦方向断面図をそれぞれ示す。他の給油孔およびギャップ測定機の構成もほぼ同様である。給油孔27～32の径が太いと流量が大きくなり、ロール8の浮上量は大きくなる反面、ロール8に外力が加わった時の変位量も大きくなる。言い替えると、静圧軸受12～15のバネ定数が小さくなる。反対に給油孔27～32の径が細いと、ロール8の浮上量は小さくなるが静圧軸受12～15のバネ定数は大きくなる。従って、上記のような特性を勘案して給油孔27～32の径を決定する必要がある。

【0036】また、板材1の幅方向位置に応じて給油孔27～32の孔径を変えることにより、静圧軸受12～15の特性を意図的に変えることもできる。図6はその一例を示す図であり、両端部の給油孔27a、28a、31a、32aの孔径が中央部の給油孔29a、30aの孔径に比べて太くなるように構成している。このような構成によれば、ロール（作業ロール2、3やアイドルロール8～11）の熱膨張によって中央部が膨らんだ時に、その膨らみに応じて板幅方向両端部におけるロールの浮上量を大きくすることができ、ロールを一様かつ安定に支持することができる。なお、上記図4～図6で述べた静圧軸受12に関する構造は、静圧軸受13～15のいずれにおいても共通である。

【0037】以上のような本実施形態によれば、静圧軸受14、15に移動手段20、21を取り付け、作業ロ

ール2、3を入出側に移動させ、オフセット量 $y$ を調整可能としたので、圧延荷重 $P$ の分力 $F_P$ と駆動接線力 $F_T$ 、および板材1にかかる前後の張力 $T_f$ 、 $T_b$ をつり合わせることができ、水平力の合計 $S$ を常に0または0に近い許容値以下にすることができる。従って、過大な水平力によって静圧軸受12～15の軸受パッドにアイドルロール8～11が接触することを防止することができる。常に傷のない表面品質の優れた板材製品を得ることができる。

【0038】次に、本発明の第2の実施形態について、図7により説明する。なお、以下では圧延機の上半分のみについて説明するが、勿論下半分についても同様である（さらに第3以降の実施形態においても同様である）。また、図7において、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0039】図7においては、圧延時に作業ロール2に発生する水平力がロードセル24にて測定される。ロードセル24にて検出される力 $S_0$ は圧延によって発生する式(1)の $S$ と、押し付けシリンダ22による押し付け力 $Q$ とを加えたものである。すなわち次式が成立する。

$$S_0 = S + Q \quad \dots (5)$$

そこで、ロードセル24で検出された力 $S_0$ は計算器42に出力され、計算器42で上式(5)に従って押し付け力 $Q$ を減じ、圧延によって発生する水平力 $S$ を計算する。上記押し付け力 $Q$ は圧力検出器43により検出され、計算器42に出力されるが、通常 $Q$ の値は一定値のため、別途設定器により計算器42に定数として与えてもよい。制御器44では計算器42で求められた $S$ を入力し、 $S$ が正の時は作業ロール2のオフセット量 $y$ を正方向（図の右方向）に微小量 $\Delta y$ だけ移動させる信号を、逆に $S$ が負の時は負方向（図の左方向）に $\Delta y$ だけ移動させる信号を、それぞれ移動装置20に出力する。このようにして、 $S$ が0になるまで $\Delta y$ のオフセット量変更が繰り返し行われる。この場合、 $S$ を0にするまで行う代わりに、 $S$ の絶対値がある小さな値以下になったらオフセット量の変更を中止するという、いわゆるデッドバンドを設けても差し支えない。

【0040】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、静圧軸受12、14に加わる力を常に適性範囲内にすることができ、作業ロール2およびアイドルロール8、10や、静圧軸受12、14に傷が発生することを防ぐことができる。

【0041】次に、本発明の第3の実施形態について、図8により説明する。図8において、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0042】図8においては、静圧軸受14に加わる水平力がロードセル24にて測定される。ロードセル24にて検出された $S_0$ は計算器45に送られ、計算器45

で静圧軸受14の耐圧限界値 $S_{max}$ と比較される。 $S_0$ が $S_{max}$ より大きくなると、浮上用油圧系統にある圧力調整器46に増圧信号を出力する。ここで、増圧量 $\Delta p$ は $S_{max}$ を超えた量に比例した次のような値とする。

$$\Delta p = \alpha_1 (S_0 - S_{max}) \quad \dots (6)$$

ここに、 $\alpha_1$ は定数である。あるいは $\Delta p$ は一定値でもよい。但し、式(6)の $\Delta p$ が負の場合に減圧することはない。一方、押し付けシリンダ22側の静圧軸受12には、やはり圧力調整器47によって常に一定の圧力の油が供給される。

【0043】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、静圧軸受14に過大な力がかかった時に、供給油圧を増大させることによって静圧軸受14自体の許容荷重を増大させ、ロール10と静圧軸受14との接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。また、静圧軸受12は押し付けシリンダ22から一定の押し付け力で押し付けられているため、過大な力がかかることはない。

【0044】次に、本発明の第4の実施形態について、図9により説明する。図9において、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0045】図9においては、静圧軸受14に加わる水平方向の力がロードセル24にて測定されている。ロードセル24にて検出された力 $S_0$ は計算器48に送られ、ここで静圧軸受14の耐圧限界値 $S_{max}$ と比較される。 $S_0$ が $S_{max}$ より大きくなると、押し付けシリンダ22用の油圧系統にある圧力調整器49に減圧信号を出力する。ここで、減圧量 $\Delta q$ は $S_{max}$ を超えた量に比例した次のような値とする。

$$\Delta q = \alpha_2 (S_0 - S_{max}) \quad \dots (7)$$

ここに、 $\alpha_2$ は定数である。但し、押し付け力が0になるとロール2、8、10の位置が不安定になるため、式(7)による減圧の原因で押し付け力が0以下にならないよう、 $\Delta q$ に制限を設けておく必要がある。あるいは、 $\Delta q$ をある一定値としてもよい。

【0046】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、静圧軸受14に過大な力がかかった時に、押し付けシリンダ22により与えられる水平力を減少させることにより、静圧軸受14に加わるトータルの水平力を小さくし、ロール10と静圧軸受14との接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。

【0047】次に、本発明の第5の実施形態について、図10により説明する。図10において、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0048】図10においては、圧延時にアイドルロール10の浮上量 $u$ が静圧軸受14内のギャップ測定器50（浮上量測定手段）にて測定され、アンプ51にて電気信号に変換される。検出された $u$ は計算器52に出力され、この計算器52で基準となる浮上量 $u_0$ との差 $\Delta$

uが次式のように計算される。

$$\Delta u = u - u_0 \quad \dots (8)$$

制御器53では計算器52で求められた $\Delta u$ を入力し、 $\Delta u$ が負の時は水平力が過大であることを示すため、作業ロール2のオフセット量yを正方向(図の右方向)に微小量 $\Delta y$ だけ移動させる信号を、逆にSが正の時は水平力が小さいことを示すため、負方向(図の左方向)に $\Delta y$ だけ移動させる信号を、それぞれ移動装置20に出力する。このようにして、Sが0になるまで $\Delta y$ のオフセット量変更が繰り返し行われる。この場合、Sを0にするまで行う代わりに、Sの絶対値がある小さな値以下になったらオフセット量の変更を中止するという、いわゆるデッドバンドを設けても差し支えない。

【0049】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、静圧軸受14に対するロール10の浮上量を常に適性範囲内にすることができ、作業ロール2およびアイドルロール8、10や、静圧軸受12、14に傷が発生することを防ぐことができる。

【0050】次に、本発明の第6の実施形態について、図11により説明する。図11において、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0051】図11においては、圧延時にアイドルロール10の浮上量uが静圧軸受14内のギャップ測定器50にて測定され、アンプ51にて電気信号に変換される。検出されたuは計算器54に出力され、この計算器54で基準となる浮上量 $u_0$ との差 $\Delta u$ が前述の式

(8)により計算される。ここで、 $\Delta u$ が負の時は水平力が過大であることを示すため、浮上用油圧系統にある圧力調整器46に増圧信号を出力する。ここで、増圧量 $\Delta p$ は $\Delta u$ に比例した次のような値とする。

$$\Delta p = \alpha_p \cdot \Delta u \quad \dots (9)$$

ここで $\alpha_p$ は定数である。あるいは、 $\Delta p$ はある一定値としもよい。但し、式(9)の $\Delta u$ が正の場合に減圧することはしない。一方、押し付けシリンダ22側の静圧軸受12には、やはり圧力調整器47によって常に一定の圧力の油が供給される。

【0052】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、静圧軸受14に過大な力がかかった時に、供給油圧を増大させることによって静圧軸受14自体の許容荷重を増大させ、ロール10と静圧軸受14との接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。

【0053】次に、本発明の第7の実施形態について、図12より説明する。図12において、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0054】図12においては、圧延時にアイドルロール10の浮上量uが静圧軸受14内のギャップ測定器50にて測定され、アンプ51にて電気信号に変換される。検出されたuは計算器55に出力され、この計算器

55で基準となる浮上量 $u_0$ との差 $\Delta u$ が前述の式

(8)により計算される。ここで、 $\Delta u$ が負の時は水平力が過大であることを示すため、押し付けシリンダ22用の油圧系統にある圧力調整器49に減圧信号を出力する。ここで、減圧量 $\Delta q$ は $\Delta u$ に比例した次のような値とする。

$$\Delta q = \alpha_q \cdot \Delta u \quad \dots (10)$$

ここに、 $\alpha_q$ は定数である。但し、押し付け力が0になるとロール2、8、10の位置が不安定になるため、式(10)による減圧の原因で押し付け力が0以下にならないよう、 $\Delta q$ に制限を設けておく必要がある。あるいは、 $\Delta q$ をある一定値としてもよい。

【0055】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、静圧軸受14に過大な力がかかった時に、押し付けシリンダ22により与えられる水平力を減少させることにより、静圧軸受14に加わるトータルの水平力を小さくし、ロール10と静圧軸受14との接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。

【0056】次に、本発明の第8の実施形態について、図13により説明する。図13は圧延機の上半分の向かって左側の象限を上方より見た図であって、紙面上端に近い方を操作側、紙面下端に近い方を駆動側とする。また、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0057】図13においては、操作側のロードセル24Wにて操作側に加わる水平力 $S_w$ が、また駆動側のロードセル24Dにて駆動側に加わる水平力 $S_d$ が、それぞれ検出される。 $S_w$ と $S_d$ は計算器56に送られ、計算器56でそれらの差 $\Delta S$ が次式、

$$\Delta S = S_w - S_d \quad \dots (11)$$

に従って計算される。

【0058】静圧軸受14は3つの油溜まりポケット57、58、59を有し、それぞれ独立した浮上用油圧系統をもち、各系統にはそれぞれ圧力調整器60、61、62が設置され、各油溜まりポケット57、58、59内の油圧を個別に制御できるようになっている。また、各系統の基準圧力は設定器63により設定される。そして、前記計算された $\Delta S$ は、今一つの設定器64に出力され、操作側系統圧力 $p_w$ と駆動側系統圧力 $p_d$ が次のようにして決定される。

【0059】即ち、 $\Delta S$ が正の時は操作側の水平力が大きいので $p_w$ を増圧し、逆に $\Delta S$ が負の時は駆動側の水平力が大きいので $p_d$ を増圧する。増圧(減圧)量 $\Delta p$ は $\Delta S$ の絶対値に比例した量とするのが適当だが、一定値でも構わない。

【0060】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、板幅方向のある箇所に過大な力がかかった時には、その水平力の大きい箇所の浮上用油の供給油圧を大きくするため、静

圧軸受14に加わるトータルの許容荷重量を増加させることができ、これによりロール10と静圧軸受14の接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。

【0061】次に、本発明の第9の実施形態について、図14により説明する。図14は圧延機の上半分のさらに向かって左側の象限を上方より見た図であって、紙面上端に近い方を操作側、紙面下端に近い方を駆動側とする。また、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0062】図14においては、静圧軸受14の3つの油溜まりポケット57、58、59にそれぞれ設置されたギャップ検出器65、66、67により、アイドルロール10の浮上量 $u_o$ 、 $u_c$ 、 $u_d$ が測定され、アンプ68、69、70にて電気信号に変換される。このうち、中央部の浮上量 $u_c$ に関しては、図10～12で説明した $u$ と同様のものであり、第5～第7の実施形態と同様の処理が行われる。また、操作側の浮上量 $u_o$ と駆動側の浮上量 $u_d$ は計算器71に入力され、その差 $\Delta u_c$ が次式、

$$\Delta u_c = u_o - u_d \quad \dots (12)$$

に示すように計算される。

【0063】3つの油溜まりポケット57、58、59はそれぞれ独立した浮上用油圧系統をもち、各系統にはそれぞれ圧力調整器60、61、62が設置され、各油溜まりポケット57、58、59内の油圧を個別に制御できるようになっている。各系統の基準圧力は設定器63により設定される。そして、前記計算された $\Delta u_c$ は今一つの設定器64により出力され、操操作側系統圧力 $p_o$ と駆動側系統圧力 $p_d$ が次のようにして決定される。

【0064】即ち、 $\Delta u_c$ が正の時は、操作側の浮上量 $u_o$ が大きく駆動側の浮上量 $u_d$ が小さいため、駆動側に過大な水平力が加わっていることを示す。従って $p_d$ を増圧して駆動側の許容荷重を増加させる。逆に $\Delta u_c$ が負の時は、操作側の浮上量 $u_o$ が小さく駆動側の浮上量 $u_d$ が大きいため、操作側に過大な水平力が加わっていることを示す。従って $p_o$ を増圧して操作側の許容荷重を増加させる。このときの増圧量 $\Delta p$ は $\Delta u_c$ の絶対値に比例した量とするのが適当だが、一定値でも構わない。

【0065】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、板幅方向のある箇所に過大な力がかかった時には、その水平力の大きい箇所の浮上用油の供給油圧を大きくするため、静圧軸受14に加わるトータルの許容荷重量を増加させることができ、これによりロール10と静圧軸受14の接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。

【0066】次に、本発明の第10の実施形態について、図15により説明する。図15は圧延機の上半分を上方より見た図であって、紙面上端に近い方を操作側、紙面下端に近い方を駆動側とする。また、これまでの図

と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0067】図15においては、操作側のロードセル24Wにて操作側に加わる水平力 $S_o$ が、また駆動側のロードセル24Dにて駆動側に加わる水平力 $S_d$ が、それぞれ検出される。 $S_o$ と $S_d$ は計算器56に送られ、計算器56でそれらの差 $\Delta S$ が前述の式(11)により計算される。計算器72は $\Delta S$ を入力し、 $\Delta S$ が正の時には操作側の水平力 $S_o$ の方が大きいので、操作側の押し付けシリンダ22Wの圧力調整器74に減圧信号 $\Delta q$ を送り、 $\Delta S$ が負の時には逆に駆動側の水平力 $S_d$ の方が大きいので、駆動側の押し付けシリンダ22Dの圧力調整器73に減圧信号 $\Delta q$ を送る。減圧量 $\Delta q$ は $\Delta S$ の絶対値に比例した量とするのが適当だが、一定値でも構わない。但し、押し付け力が0になるとロール2、8、10の位置が不安定になるため、 $\Delta q$ の減圧の原因で押し付け力が0以下にならないよう、 $\Delta q$ に制限を設けておく必要がある。

【0068】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、板幅方向のある箇所に過大な力がかかった時には、その水平力の大きい箇所の押し付けシリンダによる押し付け力を減少させるため、静圧軸受14に加わるトータルの水平力を小さくすることができ、これによりロール10と静圧軸受14の接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。

【0069】次に、本発明の第11の実施形態について、図16により説明する。図16は圧延機の上半分を上方より見た図であって、紙面上端に近い方を操作側、紙面下端に近い方を駆動側とする。また、これまでの図と同等の部材には同じ符号を付してある。

【0070】図16においては、静圧軸受14の3つの油溜まりポケット57、58、59に設置されたギャップ検出器65、66、67により、アイドルロール10の浮上量 $u_o$ 、 $u_c$ 、 $u_d$ が測定され、アンプ68、69、70にて電気信号に変換される。このうち、中央部の浮上量 $u_c$ に関しては、図10～12で説明した $u$ と同様のものであり、第5～第7の実施形態と同様の処理が行われる。また、操作側の浮上量 $u_o$ と駆動側の浮上量 $u_d$ は計算器71に入力され、その差 $\Delta u_c$ が前述の式(12)により計算され計算器75に入力される。そこで、 $\Delta u_c$ が正の時には駆動側の水平力 $S_d$ の方が大きいことを意味するので、駆動側の押し付けシリンダ22Dの圧力調整器73に減圧信号 $\Delta q$ を送り、 $\Delta u_c$ が負の時には逆に操作側の水平力 $S_o$ の方が大きいことを意味するので、操作側の押し付けシリンダ22Wの圧力調整器74に減圧信号 $\Delta q$ を送る。減圧量 $\Delta q$ は $\Delta u_c$ の絶対値に比例した量とするのが適当だが、一定値でも構わない。但し、押し付け力が0になるとロール2、8、10の位置が不安定になるため、 $\Delta q$ の減圧の原因で押し付け力が0以下にならないよう、 $\Delta q$ に制限を設けておく必要がある。

【0071】以上のような本実施形態によれば、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、板幅方向のある箇所に過大な力がかかった時には、その水平力の大きい箇所の箇所の押し付けシリンダによる押し付け力を減少させるため、静圧軸受14に加わるトータルの水平力を小さくすることができ、これによりロール10と静圧軸受14の接触を防ぎ、傷付きを防止することができる。

【0072】なお、上述した図6、および図13～16においては油溜りやギャップ検出器の数を1つの静圧軸受につき3つとしているが、それ以外の数（複数個）の油溜りを設けてもよい。

【0073】

【発明の効果】本発明によれば、静圧軸受によって作業ロールを水平方向に支持した圧延機で圧延を行なうに際し、静圧軸受に移動手段を取り付け、作業ロールを入側および出側の方向に水平移動させるようにしたので、静圧軸受に過大な力がかかることを未然に防止することが可能となり、過大な水平力によって静圧軸受の軸受パッドにロールが接触することを防止することができる。

【0074】従って、ロールへの傷付きが防止でき、製品品質の低下が無くなり、歩溜まりの低下を防ぐことができる。また、静圧軸受のパッドの損傷を防ぐこともできるため、パッドの交換のために長時間運転休止をする必要が無くなり、生産性の低下を防止することもできる。さらに、本発明によって小径の作業ロールも安定して使用可能になるため、硬質かつ薄手の板材を効率的に圧延することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による圧延機の正面図である。

【図2】作業ロールのオフセット量の導出方法を説明する図である。

【図3】図1の静圧軸受の構造を説明する図であって、静圧軸受を上方より見た図である。

【図4】静圧軸受の給油孔の位置における縦方向断面図を示す図である。

【図5】静圧軸受のギャップ測定機の位置における縦方向断面図を示す図である。

【図6】板材の幅方向位置に応じて給油孔の孔径を変えた構成の一例を示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分の正面図である。

【図8】本発明の第3の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分の正面図である。

【図9】本発明の第4の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分の正面図である。

【図10】本発明の第5の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分の正面図である。

【図11】本発明の第6の実施形態による圧延機を示す

図であって、圧延機の上半分の正面図である。

【図12】本発明の第7の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分の正面図である。

【図13】本発明の第8の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分の向かって左側の象限を上方より見た図である。

【図14】本発明の第9の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分の向かって左側の象限を上方より見た図である。

【図15】本発明の第10の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分を上方より見た図である。

【図16】本発明の第11の実施形態による圧延機を示す図であって、圧延機の上半分を上方より見た図である。

【図17】静圧軸受によって作業ロールを支持する圧延機の従来の一例を示す正面図である。

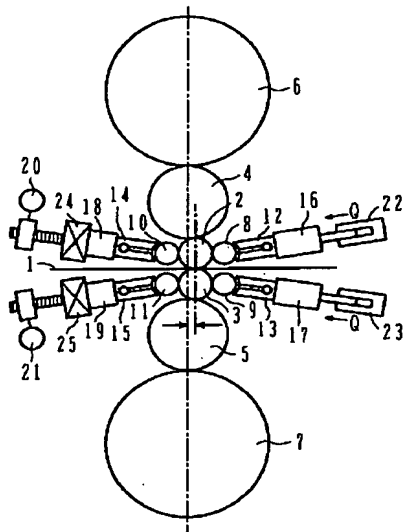
【符号の説明】

- 1 圧延材
- 2, 3 作業ロール
- 4, 5 中間ロール
- 6, 7 補強ロール
- 8～11 アイドルロール
- 12～15 静圧軸受
- 16～19 ビーム
- 20, 21 移動装置
- 22, 23 押し付けシリンダ
- 24, 25 ロードセル
- 26 (主) 給油孔
- 27～32 (細径) 給油孔
- 33～35 油溜まりポケット
- 36～38 ギャップ検出器
- 39～41 アンブ
- 42 計算器
- 43 圧力検出器
- 44 制御器
- 45 計算器
- 46, 47 圧力調整器
- 48 計算器
- 49 圧力調整器
- 50 ギャップ検出器
- 51 アンブ
- 52 計算器
- 53 制御器
- 54, 55, 56 計算器
- 57～59 油溜まりポケット
- 60～62 圧力調整器
- 63, 64 設定器
- 65～67 ギャップ検出器
- 68～70 アンブ

71, 72 計算器  
73, 74 圧力調整器

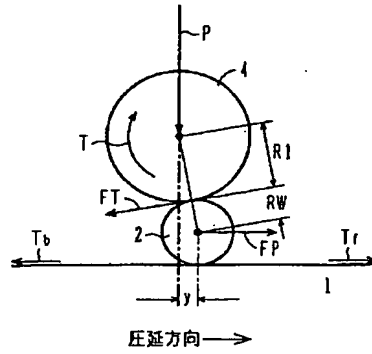
\* 75 計算器  
\*

【図1】

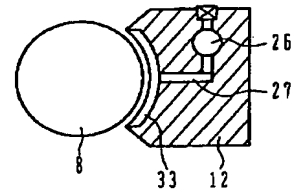


1: 圧延材  
2, 3: 作業ロール  
4, 5: 中間ロール  
6, 7: 補強ロール  
8~11: アイドルロール  
12~15: 静圧軸受  
16~19: ビーム  
20, 21: 移動装置  
22, 23: 押し付けシリンダ  
24, 25: ロードセル

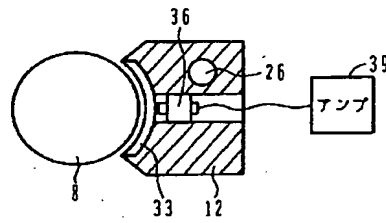
【図2】



【図4】

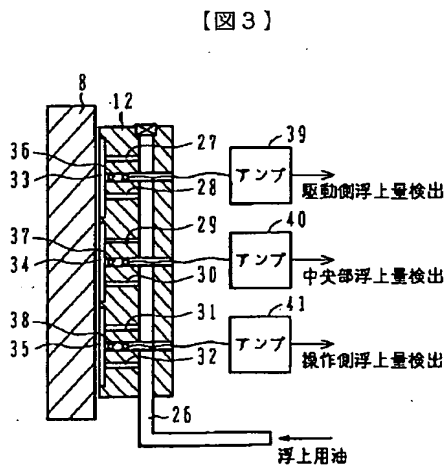


【図5】

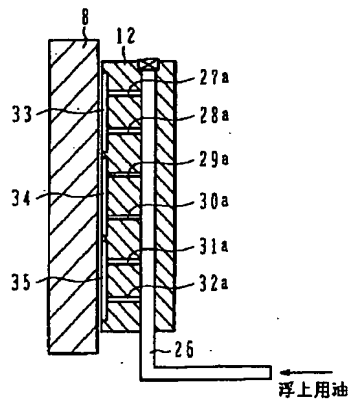


【図6】

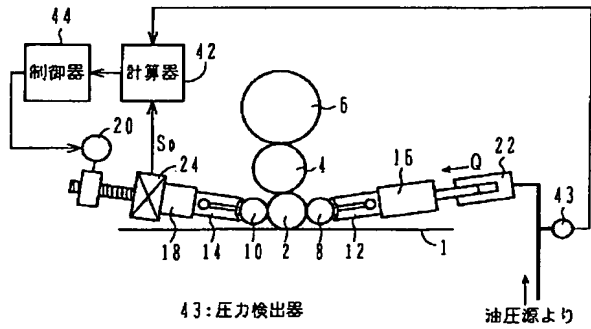
【図3】



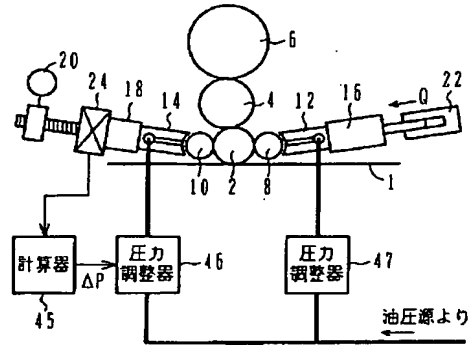
26: (主) 給油孔  
27~32: (細径) 給油孔  
33~35: 油溜まりポケット  
36~38: ギャップ検出器



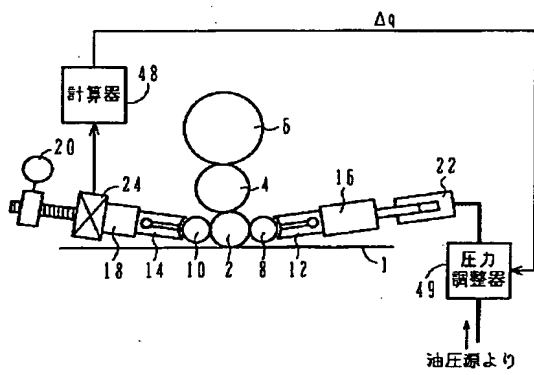
【図7】



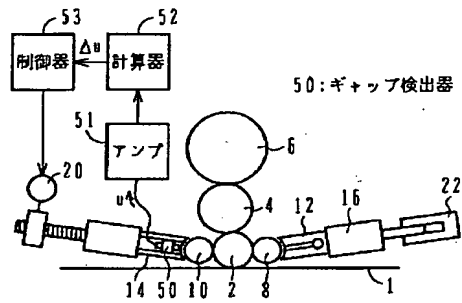
【図8】



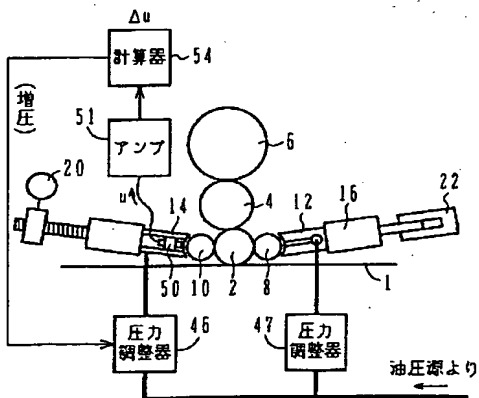
【図9】



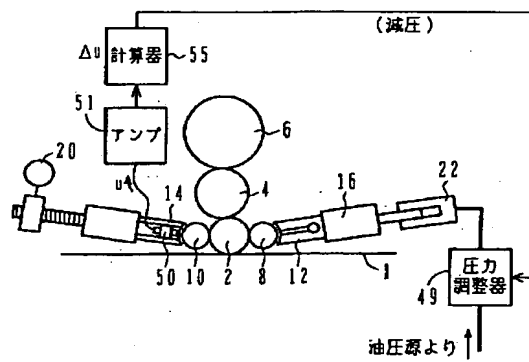
【図10】



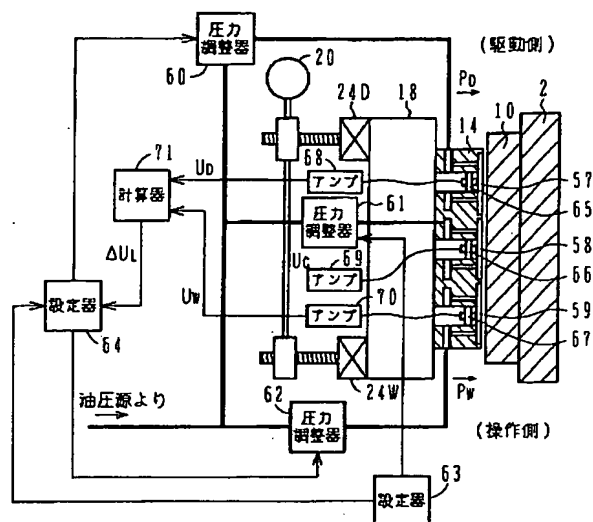
【図11】



【図12】

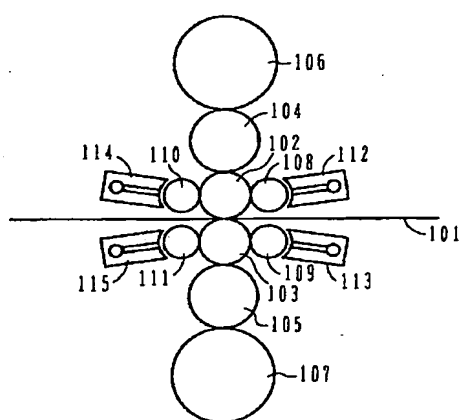


【図 14】



65~67:ギャップ検出器

【圖 17】



【図16】

